

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-260972

(43)公開日 平成6年(1994)9月16日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 4 B 3/23		9199-5K		
H 0 4 M 1/60	A	8838-5K		

審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 11 頁)

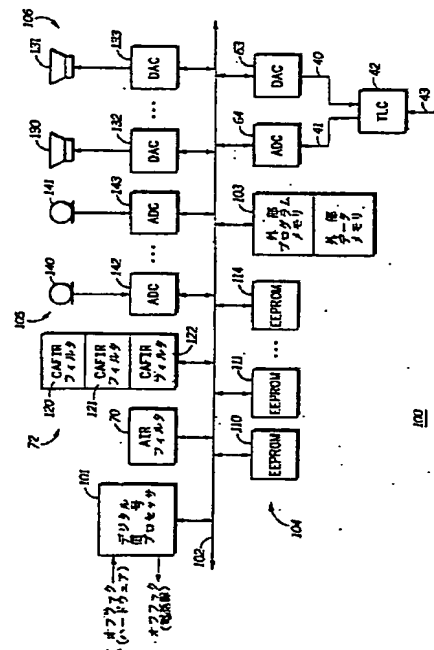
(21)出願番号	特願平5-301193	(71)出願人	390009597 モトローラ・インコーポレイテッド MOTOROLA INCORPORATED アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、 イースト・アルゴンクイン・ロード1303
(22)出願日	平成5年(1993)11月5日	(72)発明者	サンギル・パーク アメリカ合衆国テキサス州78734、オース チン、ハースト・クリーク・ロード 212
(31)優先権主張番号	975, 348	(72)発明者	ディオン・エム・ファンダーパーク アメリカ合衆国テキサス州78733、オース チン、クリークス・エッジ・パークウェイ 2900
(32)優先日	1992年11月12日	(74)代理人	弁理士 池内 義明
(33)優先権主張国	米国(US)		

(54)【発明の名称】 全二重スピーカホン等のノイズ低減装置および方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 全二重スピーカホン等のための信号処理システムにおいて、通話中の雑音を低減しかつ初期化雑音を回避する。

【構成】 ファーストアタック時間により波する前の遅延が決定され、ファーストアタックと、エコーの平均電力がしきい値より低くなる時間との間のサンプル周期の数が適応エコー打消しフィルタのタップ長を決定する。各マイクロホン140の係数を初期化し、それにより生ずる初期フィルタ係数を対応する不揮発性メモリ104内に保存することによって初期化シーケンスが回避される。オフフック信号に応じて、不揮発性メモリから係数が引き出される。動作中、係数が絶えず更新され、他のマイクロホン141が稼働する場合はそのマイクロホンに対応して記憶された係数が、現在の係数と動的に置き換えられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 全二重スピーカホン(20)または同種の装置のためのノイズ低減装置(62)であって、マイクロホン入力信号を受け取るための正の入力、負の入力、および出力信号を提供するための出力を備えた加算装置(73)と、

拡声スピーカの出力信号を受け取るための入力端子、および出力端子を備えた遅延バッファ(71)と、

前記遅延バッファ(71)の前記出力端子に結合された信号入力端子、前記加算装置(73)の前記出力端子に結合された係数入力端子、および前記加算装置(73)の前記負の入力端子に結合された出力端子を備えた適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタ(72)と、を具備し、

前記遅延バッファ(71)は前記デジタル拡声スピーカの出力信号を、第1の所定数のサンプル周期だけ遅延させ、前記第1の所定数のサンプル周期は前記マイクロホン入力信号の電力が第1の所定しきい値を越える第1の時間周期に等しく、前記AFIRフィルタ(72)

は、前記第1の時間周期と、前記マイクロホン入力信号の期待電力が第2の所定しきい値より低くなる第2の時間周期との間のサンプル周期の数に等しい数の係数を有し、

これにより、前記出力信号はノイズが低減され、かつ前記装置(62)はコストが低減されることを特徴とするノイズ低減装置(62)。

【請求項2】 全二重スピーカホン(20)または同種の装置のためのノイズ低減装置(100)であって、通信バス(102)と、

通信バス(102)に結合され、所定数の適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタ係数を記憶するための不揮発性メモリ(110)と、

前記通信バス(102)に結合され、前記所定数のAFIRフィルタ係数を有するAFIRフィルタ(72)と、

前記通信バス(102)に結合され、オフフック入力信号に応じて、前記所定数のAFIRフィルタ係数を前記不揮発性メモリ(104)から前記AFIRフィルタ(72)に転送するためのデータ処理装置(101)と、

を具備することを特徴とするノイズ低減装置(100)。

【請求項3】 全二重スピーカホン(20)または同種の装置のためのデータ処理システム(100)であって、

第1のマイクロホン(140)と、

前記第1のマイクロホン(140)に結合された入力、および通信バス(102)に結合された出力を備えた第1のアナログ-デジタル変換器(ADC)(143)と、

第2のマイクロホン(141)と、

前記第2のマイクロホン(141)に結合された入力、および前記通信バス(102)に結合された出力を備えた第2のADC(143)と、

前記通信バス(102)に結合されかつ前記第1のマイクロホン(140)に対応した第1の不揮発性メモリ(110)と、

前記通信バス(102)に結合されかつ前記第2のマイクロホン(141)に対応する第2の不揮発性メモリ(111)と、

前記通信バス(102)に結合され、そこから複数の係数を受け取る適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタ(72)を含む音響エコーキャンセラ(62)と、

前記通信バス(102)に結合され、前記第1(140)および第2(141)のマイクロホンのうちの一方を選択し、そして前記データ処理装置(100)が前記第1(140)および第2(141)のマイクロホンのうちの新しいものを選択したことに応じて、前記第1(140)および第2(141)のマイクロホンのうち

の前記選択されたものに対応した前記第1(104)および第2(141)の不揮発性メモリのうちの一方から前記AFIRフィルタ(72)に前記複数の係数を適応的に転送するためのデータ処理装置(101)と、を具備することを特徴とするデータ処理システム(100)。

【請求項4】 全二重スピーカホン(20)または同種の装置のためのノイズ低減方法であって、

第1のサンプルポイントにおいて、全二重スピーカホン(20)の拡声スピーカ(22)を通じてテスト出力信号を提供する段階と、

所定数のサンプルの間、所定周波数で全二重スピーカホン(20)のマイクロホン(21)から入力信号をサンプリングする段階と、

前記第1のサンプルポイントと第2のサンプルポイント(N1)との間の第1のサンプル数を計数する段階であって、前記第2のサンプルポイント(N1)は前記サンプリングされた入力信号の電力が第1の所定しきい値よりも大きくなったときに発生するものと、

前記第1のサンプルポイントと第3のサンプルポイント(N2)との間の第2のサンプル数を計数する段階であって、前記第3のサンプルポイント(N2)は前記サンプリングされた入力信号の期待電力が第2の所定しきい値よりも小さくなったときに発生するものと、

適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタ(72)で、前記所定数のサンプルの後の前記サンプリングされた入力信号を連続的にろ波する段階であって、前記AFIRフィルタ(72)は出力信号を前記第1の数のサンプルだけ遅延させ、前記AFIRフィルタ(72)は前記第2の数のタップを備えるものと、

を具備することを特徴とするノイズ低減方法。

【請求項5】 全二重スピーカホン（20）または同種の装置のためのノイズ低減方法であって、
全二重スピーカホン（20）からのオフフック指示を検出する段階と、

複数の適応有限インパルス応答（AFIR）フィルタ係数を不揮発性メモリ（110）からAFIRフィルタ（72）に転送する段階と、

電話線にオフフック指示を提供する段階と、

前記AFIRフィルタ（72）内で、マイクロホン（140）からの音響入力信号をろ波する段階と、

全二重スピーカホン（20）からのオンフック指示を検出する段階と、

前記複数のAFIRフィルタ係数を、前記AFIRフィルタ（72）から前記不揮発性メモリ（110）に転送する段階と、

前記電話線にオンフック指示を提供する段階と、を具備することを特徴とするノイズ低減方法。

【請求項6】 全二重スピーカホン（20）または同種の装置のためのノイズ低減方法であって、

第1（140）および第2（141）のマイクロホンからそれぞれ受け取った第1および第2の音響入力信号の電力を推定する段階と、

第1（140）および第2（141）のマイクロホンのうちの新しいものの電力推定値が第1（140）および第2（141）のマイクロホンのうちの古いものの電力推定値を越えたことに応じて、第1（140）および第2（141）のマイクロホンのうちの新しいものを選択する段階と、

適応有限インパルス応答（AFIR）フィルタ係数を、AFIRフィルタ（72）から、前記第1（140）および第2（141）のマイクロホンのうちの前記古いものに対応した第1（110）および第2（111）の不揮発性メモリのうちの古いものに転送する段階と、

AFIRフィルタ係数を、前記第1（140）および第2（141）のマイクロホンのうちの前記新しいものに対応した前記第1（110）および第2（111）の不揮発性メモリのうちの新しいものから、前記AFIRフィルタ（72）に転送する段階と、

前記AFIRフィルタ（72）内で、前記第1（140）および第2（141）のマイクロホンのうちの前記新しいものからの音響入力信号をろ波する段階と、を具備することを特徴とするノイズ低減方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般的には信号処理システムに関し、より特定的には全二重スピーカホン等のための信号処理システムに関する。

【0002】

【0003】

【従来の技術】信号処理技術の最近の進歩により、新し

い製品の開発が可能になっている。その製品の1つが全二重（full-duplex）スピーカホンである。従来の技術では、拡声スピーカとマイクロホンとの間が近接すると正帰還およびエコーを発生するために半二重（half-duplex）動作だけであった。しかし、半二重スピーカホンは、スピーカが音声を出力している間はスピーカホンの出力がミュートされるので使用者にとっては不便である。回線の他端の加入者は、スピーカが所与の時間長の間静かになるまで通話に入ることができない。

【0004】しかし、信号処理技術は部屋の音響状態を測定し、それによって発生するエコーを自動的に打ち消すことを可能にしている。その信号処理装置は、通常部屋の音響状態に応じて重みをつけられた係数を持つ適応有限インパルス応答（AFIR）フィルタを使用する。それぞれのAFIRフィルタ係数は、電流入力信号サンプルからあらかじめ決められた数のサンプルだけ遅延された音声入力信号サンプルにより乗算される。たとえば、部屋がエコーを入力信号後50ミリ秒（ms）に引き起こす場合、50ms遅延されたサンプルのためのAFIRフィルタの係数はこのエコーを打ち消すために設定される。このようにして、信号処理装置はエコーを打ち消すことができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、現在の信号処理技術を利用した全二重スピーカホンには雑音の問題がある。問題の1つは、エコー打ち消し処理が動作中に雑音を生成することである。環境によっては、エコーが入力信号後数百msまで生成されることがあるので、全二重スピーカホンは一般的にとても大きなAFIRフィルタを実装しなければならない。たとえば、全二重スピーカホンは小さな部屋で通常約1000のAFIRフィルタタップ（tap）が必要である。複数のマイクロホンとスピーカを備えた大きな部屋での電子会議システムのような、より複雑なスピーカホンシステムでは4000タップ程度必要であろう。スピーカホンは様々な環境において動作可能でなければならないので、高レベルのエコーを含む環境に適応するべく設計される。しかしながら、雑音はタップの数が増えるに従って増え、小さな室内環境に対しては不必要な雑音の増大をまねく結果となる。

【0006】もう1つの問題は初期化雑音である。これは電子会議システムのような複雑なシステムにおいてより深刻である。通常の操作の前に、システムはすべてのエコー経路を決定するために部屋の音響状態に従ってAFIRフィルタの係数を初期化しなければならない。初期化後、前記係数は連続的に更新することができる。標準的な電子会議システムは、電源投入の際の初期化に5〜20秒を必要とする。この初期化シーケンスの間、拡声スピーカはエコー特性を測定するために雑音、通常は

ホワイトノイズ、を放射する。他の技術では、ホワイトノイズの代わりにチャープ信号(chirp signal)を発生する。信号処理装置は非常に低い周波数からナイキスト周波数(Nyquist frequency)までの全行程を高速掃引することによってチャープ信号を発生する。どちらの初期化の形式も使用者には不便である。さらに、適応エコー打消しフィルタ係数が長い静寂の間に最適条件から外れるために、使用者はシステムを継続して動作可能状態にしておくことができない。

【0007】

【課題を解決するための手段および作用】したがって、1つの形態で、加算器、遅延バッファ、および適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタを備えた全二重スピーカホン等のノイズ低減のための装置が提供される。加算器は、マイクロホン入力信号を受け取るための正の入力、負の入力、および出力信号を提供するための出力を備える。遅延バッファは、拡声スピーカの出力信号を受け取るための入力と、出力とを備える。AFIRフィルタは、遅延バッファの出力に結合された信号入力、加算器の出力に結合された係数入力、そして加算器の負の入力に結合された出力を備える。遅延バッファは、第1の所定数のサンプル周期だけ拡声スピーカの出力信号を遅延させる。該第1の所定数のサンプル周期は、テスト用の拡声スピーカ出力信号からデジタルマイクロホンの入力信号の電力が第1の所定しきい値を越える第1の時間周期までのサンプル周期の数に等しい。AFIRフィルタは、前記第1の時間周期と、マイクロホンの入力信号の期待電力が第2の所定しきい値より低くなる第2の時間周期との間のサンプル周期の数に等しい数の係数を備える。本装置はそれによって、出力信号の雑音を低減し、低減されたコストを有する。

【0008】もう1つの形態では、全二重スピーカホン等のノイズ低減のための方法が提供される。テスト用出力信号を、第1のサンプルポイントにおいて、全二重スピーカホンの拡声スピーカを通じて提供する。全二重スピーカホンのマイクロホンからの入力を、所定数のサンプルの間所定周波数でサンプリングする。第1のサンプルポイントと第2のサンプルポイントとの間の第1の数のサンプルを計数する。第2のサンプルポイントは、サンプリングされた入力信号の電力が第1の所定しきい値よりも大きくなった時に生じる。第1のサンプルポイントと第3のサンプルポイントとの間の第2の数のサンプルを計数する。第3のサンプルポイントは、サンプリングされた入力信号の期待電力が所定しきい値より小さくなった時に生じる。サンプリングされた入力信号を、適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタで前記所定数のサンプルの後に連続して波する。AFIRフィルタは、出力信号を第1の数のサンプル周期だけ遅延させる。AFIRフィルタは第2の数のタップを備える。

【0009】これらおよび他の特徴と利点は、添付の図面に関連して行う以下の詳細な説明によって、より明確に理解されるであろう。

【0010】

【実施例】図1は、本発明による全二重スピーカホン20等に関する信号処理システム23を、部分的ブロックダイアグラムおよび部分的回路図で示したものである。図1は、そのようなシステムが遭遇する様々なエコーの発生源を示している。全二重スピーカホン20は、部屋30内に物理的に配置されかつスピーカホン信号処理システム23にそれぞれ結合されたマイクロホン21と拡声スピーカ22を含む。スピーカホン信号処理システム23は、スピーカホンの残りの部分を構成し、2線送信インタフェース40と2線受信インタフェース41を含む近端4線伝送ラインに接続されている。近端4線伝送ラインは、次いで伝送ラインカプラー("TLC")42を経由して2線伝送ライン43に接続される。もう1つのTLC44は、2線伝送ライン43の他端を2線送信インタフェース45および2線受信インタフェース45を含む遠端4線伝送ラインに接続する。

【0011】全二重スピーカホン20は、2つのタイプのエコーに遭遇する。第1のタイプは、電気的なエコーとして知られ、TLC42およびTLC44によって構成された2線/4線インタフェースによって生成される。TLC42によって生成される第1のエコーは近端エコーとして知られている。また、TLC44によって生成される第2のエコーは遠端エコーとして知られている。各電気的エコーはスピーカホン20に非常に高速で戻り、したがって信号処理システム23はこれらのエコーを打消すために比較的少ないタップ数のAFIRフィルタを実装するだけでよい。

【0012】第2のタイプのエコーは音響的エコーである。音響的エコーは、壁のような物理的な物体からの音響エコーとして室内音響状態によって生成される。音響エコーは、多重エコー経路があるという点で電気的エコーとは異なる。空間30においては、4つのエコー経路31~34が示されているが、さらに多数のエコー経路が生成される。エコー31は"ファーストアタック(first attack)"経路として知られ、拡声スピーカ22からマイクロホン21への最短距離を表す。音響エコーはまた、その持続時間がかかり長い点でも電気的エコーと異なる。部屋の大きさおよび建物の素材のような要因にもよるが、音響エコーは300msまたはもっと長い時間は放散しない。このように、より大きいAFIRフィルタが、電気的エコー打消しよりも音響エコー打消しのために必要とされる。

【0013】図2は、図1のスピーカホンによって受け取られた音響エコーに関する時間領域の電力曲線を示す。図2において、横軸はサンプル周期で測定された時間を示し、縦軸はデシベル(dB)で測定された電力を

示す。時間0(ゼロ)は、室内で話す声またはテスト信号のような音響的な刺激を表す。“N1”のサンプル周期によって表された時間に、マイクロホン21はファーストアタックを受け取る。第1のファーストアタックは、エコーが“-TH1”dBと表示された第1のしきい値を越える時点を示す。その後、マイクロホン21によって受け取った音響信号の電力は、室内の様々なエコーに応じて変化する。時間が経過すると音響信号は消えてゆき、“N2”のサンプル周期で表される時間までには、音響信号は“-TH2”dBと表示された第2のしきい値より低くなる。好ましい実施例においては、(-TH1=-TH2)であるが、第1と第2のしきい値は等しくなくてもよい。N1の標準的な大きさは30サンプルであり、一方N2の標準的な大きさは、-TH1=-TH2=-35dBとすると1000サンプルである。しかしながら、これらの数字は室内の音響状態によって大きさが数倍に渡って変化することがある。

【0014】図3は、図1の信号処理システム23を部分的ブロック図と部分的回路図形式で示したものである。また図3は、マイクロホン21、拡声スピーカ22、インタフェース40と41、TLC42、および2線伝送ライン43を示す。信号処理システム23は通常、増幅器60、アナログ-デジタル変換器(ADC)61、音響エコーキャンセラ62、デジタル-アナログ変換器(DAC)63、ADC64、電気エコーキャンセラ65、DAC66、および増幅器67を含む。増幅器60は、マイクロホン21へ接続された入力と、出力とを備える。ADC61は、増幅器60の出力に接続された入力と、“ $y_2(k)$ ”と名付けられた信号を供給するための出力とを備える。音響エコーキャンセラ62は、遅延バッファ71、適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタ72、および加算器73を含む。加算器73は、信号“ $y_2(k)$ ”を受け取るためにADC61の出力へ接続された正の入力と、負の入力と、そして“ $x_1(k)$ ”と名付けられた信号を供給するための出力とを備える。DAC63は、信号“ $x_1(k)$ ”を受け取るために加算器73の出力に接続された入力と、インタフェース40に接続された出力とを備える。ADC64は、インタフェース41に接続された入力と、負の入力と、“ $y_1(k)$ ”と名付けられた信号を供給するための出力を含む。電気エコーキャンセラ65は、AFIRフィルタ74および加算器75を含む。加算器75は、信号“ $y_1(k)$ ”を受け取るためのADC64の出力に接続された正の入力と、負の入力と、“ $x_2(k)$ ”と名付けられた信号を供給するための出力とを備える。DAC66は、加算器75の出力に接続された入力と、出力とを備える。増幅器67は、DAC66の出力に接続された入力と、拡声スピーカ22へ接続された出力とを備える。図3のブロック図は、パルス符号変調(PCM)および60ヘルツの電源ラインの波等のような、特に明

示されていない電話動作に関連する従来と同様の特徴機能を含むことに注意されたい。

【0015】電気エコーキャンセラ65において、AFIRフィルタ74は、信号“ $x_1(k)$ ”を受け取るための信号入力と、加算器75の出力に接続されたフィードバック入力と、加算器75の負の入力に接続された出力とを備える。加算器75の出力はエラー信号なので、AFIRフィルタ74の第2の入力は“ $e_1(k)$ ”で表されるが、“ $e_1(k)$ ”は信号“ $x_2(k)$ ”と同じである。AFIRフィルタ74は、係数調整のために最小平均2乗(least-mean-square)手法を用いる通常のタップ付き遅延線(tapped-delay-line)FIRフィルタであり、その動作は当業者にはよく知られている。

【0016】音響エラーキャンセラ62において、遅延バッファ71は信号“ $x_2(k)$ ”を受け取るための信号入力と、“DELAY”と名付けられた値を受け取るための遅延入力と、出力とを備える可変遅延バッファである。AFIRフィルタ72は、遅延バッファ71の出力に接続された信号入力と、加算器62の出力に接続されたフィードバック入力と、“N”と名付けられた値を受け取るための多数のタップ入力と、加算器73の負の入力に接続された出力とを備える。加算器73の出力はエラー信号なので、AFIRフィルタ74の第2の入力は“ $e_2(k)$ ”と表されるが、信号“ $x_1(k)$ ”と同じものである。

【0017】音響状態の悪い大きな部屋に適応するためには、AFIRフィルタ72は多くの数の係数を持つ必要がある。しかしながら、大きな部屋のために係数を多くすると、音響状態の良い小さな部屋での雑音もまた増加する。この増加した雑音については、AFIRフィルタ72の動作を数学的に説明することによって理解される。加算器73の出力端子側のエコーキャンセラ62の出力は、次のように表される。

【0018】

【数1】
$$e_2(k) = y_2(k) - H^T(k)X(k)$$
ここで、 $H(k)$ は、時間 k において、次のように表されるAFIRフィルタ72の係数を構成する N 次元ベクトルである。

【0019】

【数2】
$$H(k) = [h_0(k), h_1(k), \dots, h_{N-1}(k)]^T$$

ここで、 T は転置行列を示し、 $X_2(k)$ は次のように表される N 次元入力データベクトルである。

【0020】

【数3】
$$X_2(k) = [x_2(k), x_2(k-1), \dots, x_2(k-N+1)]^T$$

係数 $h_i(k)$ は、最小平均2乗(LMS: least-mean-square)法に従ってエラー信号 $e_2(k)$ を最小化するためにサンプル周期ごとに更新され

る。LMS法は、最急降下法(steepest descent method)の1つの実行方法であり、次の関係に従って各サンプル点kにおいて係数ベクトル $H(k)$ を更新する。

【0021】

【数4】

$$H(k) = H(k-1) + Ke_2(k) X_2(k)$$

ここで、Kは、ループ・ゲイン・ファクタ(loop gain factor)(収束パラメータ)を表わす。LMS適応法により、エラー項をゼロにする。エラー項が最小化されると、適応有限インパルス応答はエコーパスのインパルス応答に収束したと称される。

【0022】AFIRフィルタ72は、続いて以下に表されるような、時間領域でのウィナー解(Wiener solution)を再帰的に求める。

【0023】

【数5】

$$\langle W \rangle = (R_{xx}(k))^{-1} \cdot (R_{xy}(k))$$

ここで、 $\langle W \rangle$ は係数ベクトルを表し、時間kでの $R_{xy}(k)$ は受信信号 $x(k)$ とエコー信号 $y(k)$ の間の相互相関ベクトルを表し、そして $R_{xx}(k)$ は時間kにおける受信信号 $y(n)$ の自己相関行列を表す。

【0024】最適 $\langle W \rangle$ を得るためには、逆行列 $(R_{xx}(k))^{-1}$ を計算しなければならない。係数の数が、エコーが消える時間に対して大きすぎる場合は、 R_{xx}^{-1} は多くのゼロまたは小さな数対角線に持つ疎行列(sparse matrix)である。そのような行列は、厳密に数学的な点では反転させることはできない。このように、エコーのない信号を再現する際に不正確さを生じ、雑音の増加を引き起こすことになる。

【0025】信号処理システム23においては、DELAYはN1に設定される。ここでN1は、音響信号と、音響信号のエコーが前に図2で示したような第1のしきい値-TH1を越えるファーストアタックとの間のサンプル数を表す。Nは(N2-N1)に設定され、N2は、音響信号のエコーが前に図2で示したような第2のしきい値より低くなるのに必要なサンプル数を表す。

【0026】DELAYおよびNの値は、初期設定においては部屋の音響特性を測定することによって決定される。1つの可能な初期設定シーケンスは、次のように進行する。第1に、信号処理システム23が拡声スピーカ22にDAC66を経由して単位パルスを提供する。第2に、DAC66のための出力クロックがADC61のための入力クロックに同期される。第3に、信号処理システム23が音響エコー特性を測定するための所定数のサンプルを収集する。このあらかじめ決められた数は、あらゆる部屋の大きさに適応するために十分大きくななければならない。サンプルが収集された後、信号処理システム23は音響信号の始まりと前記ファーストアタック(N1)との間のサンプル数を測定し、この値を遅延バ

ッファ73へDELAYとして供給する。信号処理システム23は、ファーストアタックとエコーが-TH2(N2-N1)より低くなるサンプルとの間のサンプル数を測定し、この値をNとしてAFIRフィルタ74に提供する。その時点において、通常の動作が可能である。

【0027】信号処理システム23はモトローラ社のDSP56001型汎用デジタル信号処理装置および通常のADCとDACのような従来の集積回路を使用して実現することができる。AFIRフィルタ70と74はそれぞれ、単数または複数のモトローラ社のDSP56200型縦続接続可能適応有限インパルス応答(CAFIR)デジタルフィルタチップを使用するような通常の集積回路によって実現される。前記汎用デジタル信号処理装置で動作するソフトウェアルーチンにより初期設定を行う。たとえば、表1は8000サンプルを収集するDSP56001の命令セットのシーケンスを表す。

【0028】

【表1】

20	init	equ	\$0040	;初期化ルーチン
	ipr	equ	\$FFFF	;割り込み優先度レジスタ
	cra	equ	\$FFEC	;ssi制御レジスタa
	crb	equ	\$FFED	;ssi制御レジスタb
	pcc	equ	\$FFE	;ポートc制御レジスタ
	ssi	equ	\$FFE	;ssiデータレジスタ
30	org	p:\$0000		;リセットベクトル
	jmp	init		
	org	p:\$000C		
	jsr	main		;ssi受信割り込みベクトル
	org	p:init		
	ori	#03, mr		;すべての割り込みを抑止する
	movep	#3000, x:ipr		;ssiの割り込み優先度を設定
	movep	#0, x:pcc		;PCCをクリア
40	movep	#4000, x:cra		;16ビット、1語フレーム
	movep	#B200, x:crb		;RTI、RE、TE、Wordwide
	movep	#1FE, x:pcc		;SSIポートをリセット
	move	#0, r1		;データポインタ
	move	#7FFFFFFF, a1		;インパルスのための最大値
	andi	#FC, mr		;SSI割り込みを可能にする
	idle	jmp	idle	;割り込みを待つ
	main	move	r1, b	;最終データをチェック
50	move	#8000, x0		;8000サンプルまで

```

11
cmp    x0,b           ;完了?
jeq    done           ;YESの場合、これ以上収
集しない
movep  a1,x:ssi       ;D/Aを通じて拡声スピー
カに送る
movep  x:ssi,y:(r1)+  ;マイクロホン信号を得る
clr    a              ;出力のためにゼロにする
done   rti            ;割込みから戻る
end

```

【0029】8000サンプルが1度収集されると、ソフトウェアによってDELAYとNのための値が決定できる。しかし、他のルーチンも可能であり、また信号処理システム23はハードウェアとソフトウェアの異なる組み合わせでも実現可能であることは明らかである。

【0030】図4は、図3における音響エコーキャンセラ62のデジタル信号処理表現の詳細なブロック図を示す。遅延バッファ71は信号 $X_z(k)$ を、DELAYに等しくかつ測定されたファーストアタックに対応する多数のサンプル周期だけ遅らせる。遅延バッファ71の出力は、“ z^{-1} ”と示されたAFIRフィルタ72内の遅延エレメントを通じて逐次受け渡される。図4は、4つの代表的な遅延エレメント80、81、82、および83を示す。遅延エレメント80は遅延バッファ71の出力を受け取るための入力と、出力とを備え、また遅延エレメント81は遅延エレメント80の出力を受け取るための入力と、出力とを備え、他の遅延エレメントについても同様である。AFIRフィルタ72は合計(N-1)個の遅延エレメントを含むが、図4では他の遅延エレメントは示していない。

【0031】また、AFIRフィルタ74は、変化する遅延を有するサンプルに個々のフィルタ係数を乗算する、合計N個の可変乗算器を含む。第1の可変乗算器90は、遅延バッファ73の出力に“ h_0 ”と名付けられた係数を乗算し、第2の可変乗算器91は、遅延エレメント80の出力に“ h_1 ”と名付けられた係数を乗算し、第3の可変乗算器92は、遅延エレメント81の出力に“ h_2 ”と名付けられた係数を乗算し、これと同様に最後の可変乗算器94が遅延エレメント84の出力に“ h_{N-1} ”と名付けられた係数を乗算するまで行われる。各可変乗算器の出力は、加算器95の正の入力端子で加算される。加算器95は加算器73の減算入力に接続された出力を備える。加算器95の出力は、このように信号 $y_z(k)$ から減算されてエラー信号 $e_z(k)$ を提供する。最小平均2乗法(LMS)予測器96は信号 $e_z(k)$ を受け取り、 $e_z(k)$ を最小化するために個々の可変乗算器の各フィルタ係数 h_i を調整する。

【0032】前記係数 h_i の初期値を決定するために使用される初期化シーケンスは、一般的により簡単なスピーカホンシステムのためには十分である。しかしなが

ら、電子会議システムのようなより複雑なシステムのた

めの初期化シーケンスは、より複雑である。通常の手法では、スタートアップ時に利用される一連のピンクノイズを使用し、5〜20秒の範囲内で継続する。このシーケンスはユーザーには不便であり、新しい電子会議の初期化システムが必要とされている。このため、図5は、複数マイクロホンの環境にある図2の信号処理システムを実現するためのデータ処理システム100を、ブロック図形式で表したものである。

【0033】信号処理システム23と共通する要素は、前の参照番号をそのまま使用する。データ処理システム100は一般に、汎用デジタル信号処理装置101、通信バス102、メモリ103、不揮発性メモリ部104、マイクロホン部105、そして拡声スピーカ部106を含む。デジタル信号処理装置101は、スピーカホンハードウェア(図示せず)からの“オフフック”指示を受け取るための入力と、電話線にオフフック指示を提供するための出力とを備える。デジタル信号処理装置101は、アドレス、データ、そして制御信号を、データ処理システム100内の様々な装置とやり取りするために通信バス102に接続されている。そのような1つの装置がメモリ103であり、それは外部プログラムメモリと外部データメモリとを含む。不揮発性メモリ部104は、少なくとも1つの電氣的消去書き込み可能型ROM(EEPROM)110を含む。任意選択的に、不揮発性メモリ部104は、図示のEEPROM111と114のように、システム内のマイクロホンの数に対応する追加のEEPROMを含むこともできる。

【0034】電気エコー打消しは通信バス102に接続されたAFIRフィルタ70によって実行される。しかし音響エコー打消しには、スピーカホンに適應する多くのタップを有するAFIRフィルタ72が必要である。したがって、AFIRフィルタ72は実際にDSP56200のような3つの継続接続可能AFIRフィルタ(CAFIR)を含んでいる。データ処理システム100は、分離した集積回路でエコー打消しを実行してAFIRフィルタを実現するが、他の実施例においては、その信号処理機能を1つの汎用DSPまたは2つの組み合わせで動作するフィルタアルゴリズムによって完全に実行できることは明らかであろう。

【0035】電子会議システムは一般的に、複数のスピーカと複数のマイクロホンを含んでいる。したがって図5では、数が可変のマイクロホンとこれと対応するADCとを含むようなマイクロホン部分105を示す。たとえば、第1のマイクロホン140はADC142の入力に接続されており、該ADC142の出力は通信バス102に接続されている。第2のマイクロホン141はADC143の入力に接続されており、該ADC143の出力は通信バス102に接続されている。同様に、図5は数が可変の拡声スピーカとこれと対応するDACとを含むような拡声スピーカ部分106を示している。たと

えば、第1の拡声スピーカ130はDAC132の出力に接続されており、該DAC132の入力は通信バス102に接続されている。第2の拡声スピーカ131は、DAC133の出力に接続されており、該DAC133の入力は通信バス102に接続されている。

【0036】データ処理システム100により、周知の電子会議システムの各初期化の際に遭遇する厄介な5〜20秒間の雑音を回避することができる。まず、システムを新しい部屋に設置した後最初に初期化する際は、DSP101は通常のピンクノイズの初期化を実行し、それによって発生するエコーを対応するマイクロホンで測定する。しかし、フィルタ係数値はその時点でEEPROM110に保存される。オフフック（ハードウェア）の検出により、DSP101はEEPROM110に記憶されたフィルタ係数値をAFIRフィルタ72に転送する。係数値が転送された後、DSP101はオフフック（電話線）信号を起動して電話線リレーを動作させる。係数をローディングしている間に生ずる遅延は非常に小さいので、ユーザは気付かない。たとえば、24ビットの係数と250ナノ秒のアクセスタイムを有する大きな4000タップのAFIRフィルタに係数をロードするには10ミリ秒より小さい時間を必要とする。しかし、ユーザが遅延に気付かないように、DSP101はオフフック（ハードウェア）信号を受ける入力ポートを十分に頻繁に、たとえば最低100ms毎に1回受け取って、入力ポートからサンプルを収集しなければならない。

【0037】通常の動作中、係数値は絶えず更新される。電話呼の最後に、オフフック（ハードウェア）の解除に応じて、係数値がCAFIRフィルタ120〜122からEEPROM110に転送される。転送が終了すると、DSP101はオフフック（電話線）を解除する。

【0038】第2のシーケンスは、複数マイクロホンシステムにおいて特に有用である。システムを新しい部屋に設置した後最初に初期化する際は、DSP101は各マイクロホンについてピンクノイズの初期化を実行する。各マイクロホンのフィルタ係数値は、次にEEPROM111および114のような追加のEEPROMに転送される。フィルタ係数値は、オフフック（ハードウェア）に応じて、上記のようにEEPROMからCAFIRフィルタ120〜122に転送される。一方、DSP101で動作するソフトウェアは適応ビームフォーミング（adaptive beamforming）として知られるシステムを実現して、どのマイクロホンを稼働させるかを決定する。適応ビームフォーミングは各マイクロホンから受け取った電力を評価し、最も大きな電力を有するマイクロホンを選択する。適応ビームフォーミングソフトウェアが、異なるマイクロホンを選択する場合、古いマイクロホンに関する係数は対応するEE

PROM内に動的に格納され、新しいマイクロホンに対応するEEPROMからの係数値と置き換えられる。通常の置き換えは、50ミリ秒より少ない時間で行われる。

【0039】以上、スピーカホン等のための信号処理システムを説明した。この信号処理システムは、特定の室内環境では必要とされない余分なAFIRフィルタのタップを除去することによって、通常の動作中の雑音を低減する。まず、エコーキャンセラは、テスト信号とそのファーストアタックとの間のサンプル周期の数と等しい長さの時間、音響エコー打消しAFIRフィルタへの信号入力を遅延させる。次に、エコーキャンセラは、ファーストアタックと、エコーの期待電力値が所定のしきい値より低くなる時間との間のサンプル周期の数と等しくなるまで、使用されるAFIRフィルタのタップ数を適応的に調整する。

【0040】信号処理システムはまた、初期化雑音も低減する。まず、AFIRフィルタ係数が初期化シーケンスで測定される。これらの係数は不揮発性メモリに記憶され、オフフック指示に応じてAFIRフィルタに転送される。動作中、フィルタ係数は絶えず更新される。係数は、オンフック指示に応じて不揮発性メモリに転送し戻される。次に、多数の不揮発性メモリが、複数マイクロホンシステム内の異なるマイクロホンに対応するAFIRフィルタの係数を記憶するために使用される。動作中、適応ビームフォーミングのような電力評価アルゴリズムを用いることにより、古いマイクロホンの係数の代わりに新しいマイクロホンに対応する係数が動的に用いられる。こうして、通常それぞれの新しい呼の最初に遭遇する厄介な初期化雑音が回避される。

【0041】本発明の1つの態様は、AFIRフィルタ（72）の係数が、最小平均2乗アルゴリズムを用いて更新されることである。

【0042】本発明の他の態様は、前記第1の所定しきい値が前記第2の所定しきい値と等しいことである。

【0043】本発明の更に他の態様は、所定数のAFIRフィルタ係数を不揮発性メモリ（104）からAFIRフィルタ（72）に転送した後、データ処理装置（101）がさらにオフフック出力信号を提供することである。

【0044】本発明の更に他の態様は、最小平均2乗アルゴリズムを用いてAFIRフィルタ（72）が所定数のAFIRフィルタ係数を絶えず更新し、オフフック入力信号の解除に応じて、データ処理装置（101）がAFIRフィルタ係数をAFIRフィルタ（72）から不揮発性メモリ（104）に更に転送することである。

【0045】本発明の更に他の態様は、装置が、複数のマイクロホン（140、141）のうちの対応するものからオーディオ入力信号をサンプリングするために、更に複数のマイクロホン（140、141）および複数の

マイクロホン(140、141)のうちの対応するものと通信バス(102)とに結合された複数のアナログ-デジタル変換器手段(142、143)を含むことである。不揮発性メモリ(104)は、複数のマイクロホン(140、141)の各々に対応する複数の不揮発性メモリ部(110、111、114)を含む。データ処理装置(101)は更に、複数のマイクロホンのうちのアクティブなものを逐次決定し、そして、デジタル信号処理装置(101)が複数のマイクロホン(140、141)のうちのそれとは異なるアクティブなものを決定したことに応じて、AFIR係数を複数の不揮発性メモリ部(110、111、114)のうちの対応するものからAFIRフィルタ(72)に転送する。

【0046】本発明の更に他の態様は、データ処理装置(101)が、デジタル信号処理装置として特徴付けられることである。

【0047】本発明の更に他の態様は、データ処理装置(101)が複数の係数を、AFIRフィルタ(72)から、第1(140)および第2(141)のマイクロホンのうちの選択されなかったものに対応する第1(110)および第2(111)の不揮発性メモリの1つに転送することである。

【0048】本発明の更に他の態様は、データ処理装置(101)が、第1(140)および第2(141)のマイクロホンのうちの選択されなかった方の電力評価値を上回る第1(140)および第2(141)のマイクロホンのうちの新しい方の電力評価値に応じて、第1(140)および第2(141)のマイクロホンのうちの新しいものを選択することである。

【0049】本発明の更に他の態様は、第1(110)および第2(111)の不揮発性メモリがそれぞれ、電氣的消去書き込み可能型読み出し専用メモリ(EEPROM)を含むことである。

【0050】本発明の更に他の態様は、アナログ-デジタル変換器(ADC)(61)で、入力信号を所定の周波数でサンプリングする段階を含むことである。

【0051】本発明の更に他の態様は、本発明の方法が更に、ろ波の段階の後、所定のアルゴリズムに従ってAFIRフィルタ係数を更新する段階を含むことである。

【0052】本発明の更に他の態様は、AFIRフィルタ係数を更新する段階が、ろ波の段階の後、最小平均2乗(LMS)アルゴリズムに従ってAFIRフィルタ係数を更新する段階を含むことである。

【0053】本発明を、好ましい実施例について説明してきたが、本発明が多くの方法で変更可能であり、また上で特に詳しく述べた説明した以外の多くの実施例が考えられることは当業者にとって明らかであろう。たとえば、信号処理システムおよび雑音低減は、ハードウェアでも、ソフトウェアでも、またはこれらの2つの組み合わせでも実現することができる。また、ファーストア

タックと減衰させられたエコーのしきい値は同じでも異なってもよい。したがって、添付の特許請求の範囲によって、本発明の真の精神および範囲に属する本発明のすべての変更がカバーされるものと考ええる。

【0054】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、全二重スピーカホンにおける通話中の雑音が低減され、かつ使用者が新しい電話呼の最初に遭遇する厄介な初期化雑音を回避することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に係る全二重スピーカホン等のための信号処理システムを示す部分的ブロック図および部分的回路図である。

【図2】図2は、図1のスピーカホンによって受け取られた音響エコーに関する時間領域の電力曲線を示すグラフである。

【図3】図3は、図1の信号処理システムを示す部分的ブロック図および部分的回路図である。

20 【図4】図4は、図3の音響エコーキャンセラのデジタル信号処理表示の詳細なブロック図である。

【図5】図5は、複数マイクロホン環境において図1の信号処理システムを実現するためのデータ処理システムを示すブロック図である。

【符号の説明】

20 全二重スピーカホン
21 マイクロホン
22 拡声スピーカ
23 信号処理システム
42、44 伝送ラインケーブル
60、67 増幅器
61、64 アナログ-デジタル変換器
62 音響エコーキャンセラ
63、66 デジタル-アナログ変換器
65 電気エコーキャンセラ
70 FIRフィルタ
71 遅延バッファ
72、74 適応有限インパルス応答(AFIR)フィルタ
73、75 加算器
80、81、82、84 遅延エレメント
90、91、92、94 可変乗算器
95 加算器
96 LMSアルゴリズム
101 デジタル信号処理装置
102 通信バス
103 メモリ
104 不揮発性メモリ部
105 マイクロホン部
106 拡声スピーカ部
110、111、114 不揮発性メモリ

*

[illegible]

Figure 1 is a block diagram of a digital signal processor system. The system includes a digital signal processor (101) with off-black (hardware) and off-black (telephone line) inputs. It outputs to a digital number processor (102), which is connected to a series of blocks: AIR filter (70), CAFIR filter (120, 121, 122), ADC (140, 141, 142, 143), DAC (130, 131, 132, 133), and a TLC (42). The system also includes external memory (103) with program and data memory, and EEPROMs (110, 111, 114). The system is labeled 100.